



Universidad  
Carlos III de Madrid

Departamento de Ingeniería Mecánica

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de Fin de Grado

**Proyecto industrial y viabilidad económica  
de una moto de competición  
con estrategia externa.**

Autor: David Martín Tardío

Tutor: Higinio Rubio Alonso

Leganés, Octubre de 2015

**Título: Proyecto industrial y viabilidad económica de una moto de competición con estrategia externa.**

**Autor: DAVID MARTÍN TARDÍO**

**Tutor: HIGINIO RUBIO ALONSO**

## EL TRIBUNAL

**Presidente:**

**Vocal:**

**Secretario:**

Realizado el acto de defensa y lectura del Trabajo Fin de Grado el día 30 de septiembre de 2014 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE



## **Agradecimientos**

A toda mi familia por el apoyo y ánimo prestado.

A todos mis amigos, que para mí, son la familia que he elegido.

Y a todos los compañeros de carrera que he tenido la suerte de conocer, con los que he compartido vivencias, malos momentos y muchas celebraciones.

A todas estas personas, muchas gracias.

## Resumen

Con este proyecto se pretende conseguir la fabricación de 600 motocicletas de competición con un coste de fabricación de 4.750€.

Este proyecto se encuentra enmarcado dentro de la competición “MotoStudent III edición”, que es organizada por la fundación “Moto Engineering Foundation” (MEF).

Para la realización de las motocicletas, hemos establecido la utilización de una estrategia externa, consistente en la externalización de la fabricación de chasis y basculante.

Por otro lado, dentro del proyecto, debemos contactar con los proveedores necesarios para adquirir el resto de los componentes de la moto. Realizándose el posterior montaje una vez se reciban los chasis y bastidores.

Palabras clave: MotoStudent, Motocicleta, moto, línea de producción.

## **Abstract**

This project is to achieve 600 manufacturing motorcycles competition with a manufacturing cost of 4.750 €.

This project is framed within the third edition MotoStudent competition, which is organized by the foundation Moto Engineering Foundation (MEF).

For the realization of motorcycles we have established the use of an external strategy, involving the outsourcing of manufacturing chassis.

On the other hand, within the project we should contact the necessary suppliers to acquire the remaining components of the bike. Performing retrofitting once received chassis.

Keywords: MotoStudent, Motorcycle, motorcycle production.

## Índice de Contenidos

<b>1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
1.1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.2. OBJETIVOS.....	11
1.3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO.....	12
<b>2. HISTORIA DE LAS COMPETICIONES DE MOTOCICLISMO.....</b>	<b>13</b>
<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>16</b>
<b>4. ANTECEDENTES.....</b>	<b>17</b>
<b>5. ELEMENTOS DE LA MOTOCICLETA.....</b>	<b>18</b>
5.1. RUEDAS.....	18
5.1.1. Eje de la rueda.....	18
5.1.2. Separador de rodamientos.....	18
5.1.3. Corona de la transmisión.....	19
5.1.4. Llantas.....	19
5.1.5. Neumáticos.....	20
5.2. SISTEMAS DE FRENADO.....	21
5.2.1. Pinzas de freno.....	21
5.2.2. Pastillas de freno.....	21
5.2.3. Discos de freno.....	22
5.2.4. Maneta de freno.....	23
5.2.5. Pedal de freno.....	23
5.3. SISTEMAS DE EMBRAGUE.....	24
5.3.1. Maneta de embrague.....	24
5.3.2. Palanca de cambio.....	25
5.4. CHASIS.....	25
5.4.1. Chasis.....	25
5.4.2. Rodamientos.....	26
5.5. SUSPENSIÓN DELANTERA.....	26
5.5.1. Horquilla.....	27
5.6. SUSPENSIÓN TRASERA.....	27
5.6.1. Basculante.....	27
5.6.2. Amortiguador.....	28
5.7. DIRECCIÓN.....	28
5.7.1. Semi-manillares.....	28
5.7.2. Empuñaduras.....	29
5.8. CARENADO.....	30
5.9. SISTEMA MOTRIZ.....	30
5.9.1. Motor.....	30
5.9.2. Cadena.....	31
5.10. AIRBOX.....	31
5.11. RADIADOR.....	32
5.12. DEPÓSITO.....	32
5.13. ESCAPE.....	33
<b>6. ELECCIÓN DE FABRICANTE DE CHASIS Y BASCULANTE.....</b>	<b>34</b>
6.1. FABRICACIÓN EN CHINA.....	34
6.2. FABRICACIÓN EN ESPAÑA.....	35
6.3. RESUMEN.....	36
<b>7. ELECCIÓN DE MÉTODO DE MONTAJE Y ESTIMACIÓN DE COSTES.....</b>	<b>37</b>

7.1.	MONTAJE EN LÍNEA .....	37
7.2.	MONTAJE ESTÁTICO.....	37
7.3.	ESTIMACIÓN DE COSTES.....	38
7.4.	ELECCIÓN DEL MÉTODO DE MONTAJE. ....	39
<b>8.</b>	<b>FÁBRICA Y FABRICACIÓN DE LA MOTOCICLETA. ....</b>	<b>40</b>
8.1.	LOCALIZACIÓN DE LA FÁBRICA. ....	40
8.2.	LAYOUT.....	41
8.3.	PROCESO DE FABRICACIÓN.....	45
8.3.1.	<i>Almacén de materiales</i> .....	45
8.3.2.	<i>Zona de montaje</i> .....	45
8.3.3.	<i>Instrucciones de montaje.</i> .....	46
8.3.4.	<i>Test y calidad</i> .....	49
8.3.5.	<i>Almacén de producto finalizado.</i> .....	49
8.3.6.	<i>Oficinas y despachos</i> .....	50
8.3.7.	<i>Tienda</i> .....	50
8.3.8.	<i>Tiempo total del proceso</i> .....	50
<b>9.</b>	<b>ESTUDIOS ECONÓMICOS.....</b>	<b>52</b>
9.1.	ESTUDIO DE COSTES. ....	52
9.2.	VENTAS. ....	55
9.2.1.	<i>Estudio de mercado.</i> .....	55
9.2.2.	<i>Propuesta de negocio</i> .....	55
9.2.3.	<i>Plan de marketing</i> .....	56
9.2.4.	<i>Análisis mediante DAFO</i> .....	57
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONES. ....</b>	<b>58</b>
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO I. TABLA DE COSTES DE FABRICACIÓN INTEGRADA EN LA REGLAMENTACIÓN DE MOTOSTUDENT .....</b>		<b>61</b>

## Índice de figuras.

Figura 1 Logo MotoStudent .....	10
Figura 2 Motocicleta de Gottlieb Daimler de 1885.....	13
Figura 3 Alessandro Anzani y su Alcyon Buchet en 1905.....	13
Figura 4. Harold Daniell sobre su Norton. Ganador del primer GP del mundial en 1949 .....	14
Figura 5 Eje de rueda mecanizado en CNC .....	18
Figura 6 Corona de transmisión y cadena.....	19
Figura 7 Llantas Marchesini Kompe .....	20
Figura 8 Neumáticos Bridgestone Battlax V01 .....	20
Figura 9 Pinza Brembo Axial P4 .....	21
Figura 10 Pastillas de freno Brembo 07BB33SC .....	22
Figura 11 Disco freno Brembo 78B40890 .....	22
Figura 12 Maneta de Freno.....	23
Figura 13 Pedal de freno trasero .....	24
Figura 14 Maneta de embrague Magura .....	24
Figura 15 Palanca de cambio .....	25
Figura 16 Rodamientos SKF .....	26
Figura 17 Brazos de horquilla Öhlins.....	27
Figura 18 Amortiguador trasero Öhlins.....	28
Figura 19 semi-manillares. ....	29
Figura 20 Empuñaduras .....	29
Figura 21 Carenado SpeedFiber .....	30
Figura 22 Sherco SE 250i-R.....	31
Figura 23 Radiador Taleo Tecnoracing.....	32
Figura 24 Deposito de aluminio PallKern .....	33
Figura 25 Escape TurboKit .....	33
Figura 26 Situación de la ciudad de china de Guangzhou .....	34
Figura 27 Emplazamiento de la fábrica.....	40
Figura 28 Layout de la fábrica.....	41
Figura 29 Distribución de la zona de trabajo.....	42
Figura 30 Entalladora Tyre Charger .....	42
Figura 31 Mesa elevadora Max 500 Twin Arms .....	43
Figura 32 Grúa elevadora.....	43
Figura 33 Tester Dyna 300 SR.....	44



## Índice de tablas.

Tabla 1 Resumen de Presupuestos de fabricación de chasis y basculante .....	36
Tabla 2. Resumen de costes M. Lineal vs M. Estático .....	38
Tabla 3 Presupuesto de Mobiliario y Maquinaria.....	44
Tabla 4 Tiempos de fabricación.....	51
Tabla 5 Costes de Personal .....	52
Tabla 6 Gasto total en proveedores de componentes .....	53
Tabla 7 Resumen de gastos .....	54
Tabla 8 Análisis DAFO.....	57
Tabla 9 Tabla de costes de fabricacion por MEF .....	61

## 1. Introducción y objetivos

### 1.1. Introducción.

Este proyecto se desarrolla dentro del marco de competición *MotoStudent*, una competición universitaria promovida por la fundación Moto Engineering Foundation (MEF). Esta competición se desarrolla entre equipos de diferentes universidades a nivel mundial. En este torneo se desafía a los distintos equipos a desarrollar una moto de competición con motor de 250cc y cuatro tiempos, similar a las motocicletas que participan en la categoría de Moto3 en el campeonato del mundo de motociclismo.

En su tercera edición, la fundación Moto Engineering Foundation propone la realización de la competición *MotoStudent* los días 2, 3, 4 y 5 de Octubre de 2014 en el circuito de Motorland Aragón, en la localidad de Alcañiz.

La competición *MotoStudent* se desarrolla en dos fases distintas.

- Fase MS1.- En esta fase se realiza la presentación del diseño de la motocicleta que hemos realizado, así como del proyecto de industrialización para su producción en serie. El proyecto de industrialización consiste en la realización anual de 600 motocicletas por un coste máximo de 4.750 € por unidad. Dentro de este proyecto de industrialización, una parte importante corresponde a la presentación de una innovación en el mundo del diseño de motocicletas.
- Fase MS2.- Esta fase es la que se corresponde con las verificaciones técnicas y con los procesos de validación, para la evaluación del comportamiento dinámico de la motocicleta. Dentro de esta fase, encontramos las pruebas en pista y la carrera final entre todos los equipos.



Figura 1 Logo MotoStudent

## 1.2. Objetivos.

El objetivo principal de este trabajo consiste en la realización de un proyecto industrial para la fabricación y comercialización de motocicletas de competición. Este proyecto está enmarcado dentro de la competición *MotoStudent III edición*, organizada por Moto Engineering Foundation (MEF). Dentro de este proyecto se busca conseguir la fabricación de 600 motocicletas de competición sin superar el coste unitario de ellas de 4.750€.

Para llevar a cabo este proyecto y llevar a buen fin el objetivo principal, debemos tener en cuenta los siguientes puntos:

- Recopilación de la información de proyectos industriales de fabricación de motocicletas de competición o similares. Como nos encontramos inmersos dentro de la tercera edición de la competición, y teniendo en cuenta que nuestra universidad ha participado en las dos ediciones anteriores, utilizaremos el banco de proyectos industriales de las anteriores ediciones. Así podremos tener un punto de partida y mejorar los sistemas de producción planteados con anterioridad.
- Elección de las líneas de producción, pudiendo decidir entre un sistema en línea de cinta transportadora semiautomatizado, o un sistema estático paralelo de montaje totalmente manual. Elegiremos la opción más económica teniendo en cuenta el tamaño que tendremos de la producción.
- Elección de procesos y caminos necesarios desde la entrada de material hasta la salida de las motocicletas ya montadas.
- Elección del fabricante de chasis y basculante, escogiendo entre la opción adecuada más económica, dentro de las tolerancias de fabricación exigidas.
- Elección del emplazamiento y características del edificio fabril, considerando la facilidad de comunicaciones y cercanía con los proveedores.
- Contratación de proveedores de los distintos componentes y materiales de la motocicleta.
- Proposición de un sistema de ventas para dar salida a las 600 unidades fabricadas.

### 1.3 Estructura del proyecto.

A continuación se va a realizar el desarrollo de la estructura del proyecto.

El primer punto que veremos se basará en una introducción histórica de las competiciones en motocicleta, y su evolución con el paso de los años. Abordaremos fechas claves, cambios y evoluciones en el diseño de las distintas competiciones.

El siguiente punto en el que nos pararemos es en el de los antecedentes. Dónde se explicarán los diferentes proyectos que hemos consultado, recalcando los conocimientos y herramientas que utilizaremos en nuestro proyecto.

Posteriormente realizaremos una explicación de los diferentes elementos de una motocicleta, deteniéndonos en ellos y realizando una descripción de los mismos, escogiendo al proveedor más adecuado y desarrollando el precio unitario que tendrán.

Otro punto importante que nos encontraremos, será la elección de un método de montaje. En este punto, realizaremos una comparación entre las dos opciones que tenemos, método estático y método continuo y nos decantaremos por uno de los dos.

La fábrica también será un tema importante que tendremos en cuenta a la hora de la realización del proyecto. En este apartado hablaremos de su localización y el porqué de esta.

Dentro de la fábrica también hablaremos de su organización o *layout*, mostrándolo en un plano y definiendo los diferentes flujos de materiales dentro de él.

Más tarde se expondrá el proceso de fabricación de la motocicleta, explicando detalladamente cada proceso del montaje de los diferentes componentes de la motocicleta, desde el inicio hasta que está completamente montada y con los ensayos de calidad realizados.

El último punto del que hablaremos, en relación directa con la fabricación de la moto, es la elección de un proveedor de chasis y basculante. Expondremos las dos principales opciones que hemos barajado, que son la elección de una empresa de fabricación de chasis española, o la elección de una empresa de fabricación de chasis china.

Antes de finalizar, se realizará un análisis de los costes de fabricación de la motocicleta, incluyendo los gastos de piezas, fábrica y personal que trabaja en la fábrica.

El último punto a tratar será un estudio de mercado para darle salida a las 600 motocicletas que habremos fabricado, ya sea con opción de venta directa a particulares, o alquiler a diferentes equipos o competiciones.

## 2. Historia de las competiciones de motociclismo.

El nacimiento de la motocicleta data del año 1885 cuando, en Alemania, Gottlieb Daimler es el primero en instalar un motor de combustión adaptado y de pequeño tamaño para la época, sobre una bicicleta de madera. Modelos como este empezaron a proliferar poco a poco por todo el mundo, alcanzando gran popularidad.



Figura 2 Motocicleta de Gottlieb Daimler de 1885

Dada esta popularidad y el deseo de demostrar quién es el más rápido, en 1897 en la localidad inglesa de Sheen House (Richmond), se realiza la primera carrera sobre motocicletas.

Años más tarde, en 1904, se crea el primer organismo regulador de carreras de gran premio. A este organismo se le denominó Federación Internacional de Motociclismo (FIM). Justo al año siguiente, la FIM crea lo que será el primer título mundial de motociclismo. Esta carrera se celebró en Amberes, en el velódromo de Zuremborg. El ganador fue Alessandro Anzani sobre una Alcyon Buchet de 1/3 de litro.

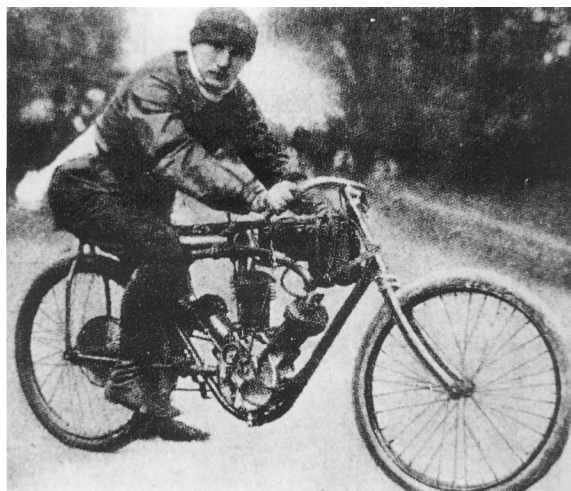


Figura 3 Alessandro Anzani y su Alcyon Buchet en 1905

En paralelo a las carreras organizadas por la FIM, otras organizaciones seguían organizando sus propias carreras. En 1907 nace una de las carreras de mayor longevidad en el mundo, y que llega a nuestros días. Esta carrera es el Tourist Trophy de la Isla de Man. Esta carrera se disputa sobre carreteras por las que habitualmente circula todo el mundo, pasando por pueblos, lo que le hace tener una gran espectacularidad y peligro.

Con el paso de los años fueron surgiendo cada vez más carreras en distintos países, pero todas se detuvieron con el estallido de la Primera Guerra Mundial. No fue hasta 1919 cuando se volvió a celebrar una carrera con carácter valedero como campeonato del mundo. Con el paso de los años se volvió a la normalidad, y en 1924 en Camberley, Inglaterra, se celebra la primera carrera de Motocross, esta categoría se popularizó rápidamente, sobre todo en Inglaterra y Estados Unidos. Por otro lado, en este año también se crea el Gran Premio de Europa. Esta prueba se celebraba cada año en un país, que elegía una sede y en ella se daban cita los campeones de distintas categorías, por lo que se convirtió en la carrera más importante de la temporada.

Este crecimiento en cuanto a competiciones nacionales e internacionales se mantuvo hasta que, en 1939, dio comienzo la Segunda Guerra Mundial. Por ello, se detuvo totalmente la producción de motos de calle que no fueran destinadas a los ejércitos. Una vez finalizado el conflicto, se volvió a reavivar la pasión por las carreras de motocicletas, volviéndose a fundar federaciones nacionales, refundándose nueva mente la Federación Internacional de Motociclismo.

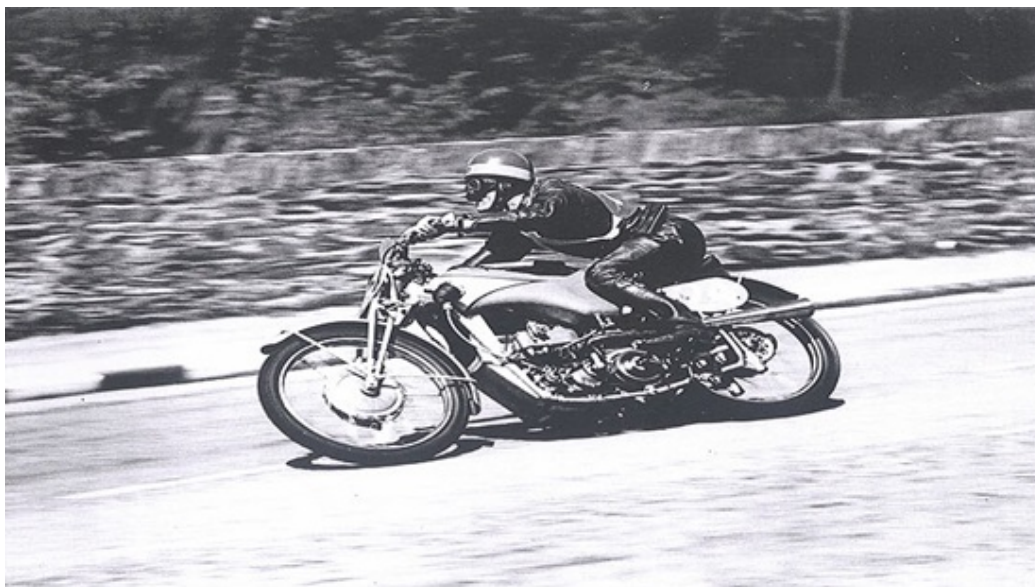


Figura 4. Harold Daniell sobre su Norton. Ganador del primer GP del mundial en 1949

Fue 1949 cuando la FIM se decide a crear un Campeonato Mundial de Motociclismo de Velocidad. Este campeonato se celebrará en circuitos cerrados al tráfico y permanentes (generalmente aeródromos). Este campeonato se dividió en categorías dependiendo de las cilindradas de los motores de dos tiempos de sus motocicletas. Estas categorías fueron: 125cc, 250cc, 350cc y 500cc. Más tarde en el año 1962, se añadió una categoría de 50cc, que posteriormente se sustituyó por la categoría de 80cc en 1983, categoría que se disputó hasta 1989. Por otro lado, se disputan carreras entre los años 1977 y 1979 en la categoría de 750cc. La categoría de 350cc estuvo vigente en el campeonato hasta 1982.

Con la llegada del nuevo siglo, los motores de dos tiempos fueron siendo sustituidos por motores de cuatro tiempos más actuales y menos contaminantes. La primera categoría en realizar el cambio fue la categoría de la cilindrada más alta. En el año 2002, los motores pasaron a ser de cuatro tiempos y 990cc, y la categoría pasó a denominarse MotoGP. Más tarde en el año 2010 se sustituyen los motores de 250cc y dos tiempos por otros de 600cc y cuatro tiempos, cambiándose también la denominación de la categoría, pasándose a llamar Moto2. Y por último en el año 2012 la categoría de 125cc pasa a denominarse Moto3 y a utilizar motores de 250cc y cuatro tiempos.

Durante todos estos años en los que ha existido el Campeonato del Mundo de Motociclismo, han surgido campeonatos regionales, y nacionales, con una normativa similar a la del Campeonato del Mundo, que han sido destinados a dar formación a jóvenes pilotos que posteriormente subirían de categoría y darían el paso al Campeonato Mundial.

De esta misma manera la asociación Moto Engineering Foundation, ha creado un campeonato para dar formación no solo a pilotos, sino también a ingenieros, ya que dada la complejidad de las motos actuales, cada vez es más necesaria su aportación en los circuitos.



### 3. Metodología.

A la hora de realizar un proyecto industrial de fabricación de motocicletas de competición, nos hemos encontrado con un problema importante: la falta de información en este campo. Esto se debe a que los fabricantes de motocicletas de competición suelen realizar los proyectos de una forma bastante secreta para no mostrar así sus posibles ventajas a los rivales.

Por este motivo el primer lugar donde nos hemos dirigido para buscar información sobre fabricación de motocicletas de competición ha sido el banco de proyectos de la Universidad Carlos III de Madrid, ya que nuestra universidad lleva participando en la competición *MotoStudent* desde su primera edición. Por otro lado también hemos recurrido al banco de proyectos de las diferentes universidades participantes en la competición en años anteriores.

Una vez adquirida la información suficiente en los distintos proyectos, hemos intentado optimizar las diferentes ideas captadas para poder utilizarlas en nuestro proyecto y reducir así costes lo máximo posible.

Para esta optimización de procesos, los hemos comparado con los métodos utilizados por empresas reales en la fabricación de motocicletas, pudiendo ver cuáles son sus metas a la hora de reducir costes, así como los diferentes métodos que utilizan para la fabricación de sus distintas motocicletas, viendo así como podemos adaptar estos métodos a nuestra propia fabricación.

Una vez escogidos los procesos de fabricación y montaje, y descubierta la necesidad que tenemos de piezas y materiales, recurrimos a la búsqueda de proveedores de componentes y materiales, contactando con ellos y pidiéndoles presupuesto para la fabricación de las 600 motocicletas.

En el momento en el que tenemos todas las piezas y tiempos de suministro, realizamos el cálculo de tiempos de los diferentes procesos de montaje de las diferentes partes de la motocicleta.



#### 4. Antecedentes.

La Universidad Carlos III de Madrid lleva participando en la competición *MotoStudent* desde su primera edición. Esa edición se celebra en el año 2010, y la Universidad Carlos III de Madrid queda finalista en el premio al Mejor Proyecto Industrial. Este resultado se debió a la externalización de la fabricación, llevando este proceso a una fábrica china, provocando una reducción drástica del presupuesto.

Nuestro proyecto se inicia con la lectura de este proyecto industrial, que se corresponde con el Proyecto de Fin de Carrera de Javier Zamora [4]. Esta lectura se realiza para conocer las metodologías utilizadas en ese proyecto, así como la obtención de un contacto en una empresa china.

Una vez que se obtiene el contacto con la empresa china, se toma la decisión de ponerse en contacto con ella, por lo que se obtiene un presupuesto que comentaremos más adelante.

A continuación, nos ponemos en contacto con fabricantes de chasis nacionales y talleres de cerrajería especializados en soldadura de tubos. Con esta operación obtenemos una serie de presupuestos que como en el caso de la empresa china, se comentaran en puntos posteriores.

En paralelo a este contacto con proveedores de chasis, también se realizan contactos con los distintos proveedores del resto de materiales necesarios para la fabricación de una motocicleta.

Una vez que tenemos localizados todos los proveedores de piezas, el siguiente paso era la obtención de información acerca de los diferentes sistemas de fabricación de motocicletas, para esto, se realiza un estudio de las distintas fabricas de motos existentes. Este estudio se realiza mediante visitas a las webs de empresas como Ducati, Rieju o Motos Taiga, así como la visualización de documentales de megafactorías como las que tiene Honda en Japón.

En nuestro caso, decidimos coger como ejemplo a la empresa Motos Taiga, ya que es una empresa que realiza el montaje de sus motocicletas en mesas elevadoras en posición estática. Por el contrario, el resto de empresas utilizan sistemas de fabricación lineales.

Una vez que se realiza el estudio de métodos de montaje, nos ponemos en contacto con proveedores de la maquinaria que necesitaremos. Por último, se realiza la búsqueda de una nave con la superficie necesaria para albergar todo el material necesario.

## 5. Elementos de la motocicleta.

Una motocicleta se compone de una gran variedad de partes y piezas diferentes, las cuales se pueden congregar en grandes grupos como son: ruedas, sistemas de frenado, sistema transmisor, chasis, suspensiones, sistema motriz...

A continuación vamos a enumerar los diferentes componentes de la moto, así como a explicar su función dentro de la motocicleta. También enumeraremos los proveedores de cada componente.

### 5.1. Ruedas.

#### 5.1.1. Eje de la rueda.

Un eje es principalmente un cilindro rectificado y normalizado, proporcionando una correcta estabilidad a la rueda. También es utilizada como unión entre rueda y suspensión en el eje trasero, y unir los dos brazos de la horquilla en el eje delantero.



Figura 5 Eje de rueda mecanizado en CNC

Estos ejes se realizan mediante el mecanizado de cilindros, por lo que nuestro proveedor será un taller de mecanizado próximo a nuestras instalaciones.

#### 5.1.2. Separador de rodamientos.

Los rodamientos utilizados para homogeneizar y facilitar el movimiento de la rueda, evitan un desgaste excesivo por rozamiento entre las partes en contacto. Los separadores son unos cilindros protectores, que son apoyados en los rodamientos consiguiendo un mejor funcionamiento de los mismos.

Como los separadores tienen una forma cilíndrica sencilla de fabricar, también los encargaremos a un taller de mecanizado para que los realcen.

### 5.1.3. Corona de la transmisión.

La transmisión de movimiento entre el motor y la rueda trasera de la motocicleta se produce mediante una cadena. Esta cadena engrana sobre una corona adosada a la llanta trasera, por lo que cuando el piñón de salida del motor se mueva, se moverá la rueda trasera impulsando así la motocicleta. La corona trasera es una rueda dentada simple normalmente de unos 40 dientes.



Figura 6 Corona de transmisión y cadena

Partiendo de una plancha de acero de varios milímetros, la corona será tallada en un centro de mecanizado CNC en el taller de mecanizado

### 5.1.4. Llantas.

Utilizando el aluminio como material de base y realizadas mediante forja, la llanta es la parte estructural del conjunto de la rueda, realizándose el montaje de las diferentes partes utilizadas sobre ella. Una llanta está compuesta por tres anillos concéntricos circulares, los dos exteriores de una longitud mayor que el anillo interior. Una vez que unimos los tres anillos, se produce la forma clásica de “U” en la que se aloja el neumático, cuyos talones son la única parte en contacto entre llanta y neumático. En el interior de la “U” es donde introducimos el aire a presión que proporciona la presión al neumático proporcionándole la estabilidad necesaria.

En una motocicleta, normalmente las llantas delantera y trasera no tienen el mismo ancho, siendo la trasera de una longitud ligeramente mayor, para tener más agarre y poder transmitir mejor la potencia del motor al suelo. La delantera es más estrecha también para facilitar la inclinación a la hora de tomar las curvas.



**Figura 7 Llantas Marchesini Kompe**

Las llantas que usaremos en nuestras motocicletas nos las proporcionara la asociación MEF con un precio de 78€ por cada unidad de la llanta delantera y 85€ por cada llanta trasera.

#### **5.1.5. Neumáticos.**

El neumático es la parte de la motocicleta en contacto directo con el suelo, es el encargado de proporcionarnos el agarre suficiente para circular, así como ser capaz de aguantar los pares de frenada y aceleración en cada momento. Tiene que tener tanto rigidez longitudinal, como también los esfuerzos laterales que sufrirá en las inclinadas sufridas en las curvas.

Los neumáticos están fabricados en caucho reforzado con mallas multidireccionales de acero para darles estabilidad. El caucho esta reforzado en la zona de talonamiento, ya que es el único punto de contacto entre el neumático y la llanta. En el caso de neumáticos de competición, el caucho utilizado es de poca dureza, para mejorar así el agarre, aunque por ese motivo se penaliza la durabilidad.



**Figura 8 Neumáticos Bridgestone Battlax V01**

Los neumáticos que utilizaremos nos los proporcionará la asociación MEF para estar dentro de la reglamentación de la carrera. El coste unitario de los neumáticos delanteros es 40€ y de 50€ los traseros.

## **5.2. Sistemas de frenado.**

El sistema de frenado de una motocicleta es el encargado de disminuir la velocidad de la motocicleta y detenerla de una forma segura, ejerciendo un par de frenada directamente sobre las ruedas.

En nuestra motocicleta, por normativa, tenemos que utilizar frenos de disco en ambas ruedas. En nuestro caso, hemos optado por la utilización de un simple disco en cada rueda, descartando la posibilidad de colocar dos discos en la rueda delantera. Esta opción la deseamos debido a que la utilización de dos discos de frenado en la rueda delantera provoca frenadas demasiado bruscas para las velocidades que alcanzará nuestra motocicleta, evitando así posibles caídas por deslizamiento de la rueda delantera en la frenada.

### **5.2.1. Pinzas de freno.**

Las pinzas de freno son las encargadas de transmitir la presión ejercida por la maneta o el pedal de freno hasta las pastillas, oprimiendo estas sobre el disco y provocando que aparezca un par de frenada que detenga la motocicleta.



**Figura 9 Pinza Brembo Axial P4**

Las pinzas de freno nos las suministra la asociación MEF, con un precio de 110€ la pinza delantera y de 98€ la pinza trasera.

### **5.2.2. Pastillas de freno.**

Las pastillas de freno son las encargadas de detener la motocicleta. Este efecto de frenada se produce al entrar en contacto con los discos de freno. Las pastillas son de un material muy rugoso que al contacto con el disco por rozamiento tiende a detenerlo, produciendo también una gran cantidad de calor.



**Figura 10** Pastillas de freno Brembo 07BB33SC

Las pastillas de freno son suministradas por la asociación MEF con un coste de 24€ las pastillas delanteras y de 18€ las pastillas traseras.

### **5.2.3. Discos de freno.**

Los discos de freno son unos discos de acero, en algunos casos ventilados, adosados solidariamente a la rueda. Junto con las pastillas, son los encargados de realizar la frenada, ya que son uno el elemento fijo (pastillas) y otro el elemento móvil (discos) que entran en contacto.

Entre los dos discos encontramos una gran diferencia de tamaños, observando un disco delantero considerablemente mayor que el disco trasero. Esto es debido a que en la frenada se produce una transferencia de pesos hacia delante, por lo que se necesita una superficie mayor de rozamiento para la frenada.



**Figura 11** Disco freno Brembo 78B40890



El suministrador de los discos de freno es la asociación MEF con un coste de 86€ el delantero y de 74€ el disco trasero.

#### **5.2.4. Maneta de freno.**

La maneta de freno, es el actuador que utilizamos para accionar el freno delantero. Se sitúa en el semi-manillar derecho y consta una palanca de acero, que al accionarla oprime un pequeño cilindro que actúa presionando el circuito hidráulico al que está conectado, mediante esta presión el fluido presiona los émbolos de la pinza de freno delantera que a su vez oprimen las pastillas de freno contra el disco.



**Figura 12 Maneta de Freno**

El suministrador de la maneta de freno es la empresa Brembo, que nos los proporciona a un precio de 70€ la unidad

#### **5.2.5. Pedal de freno.**

La función del pedal de freno y la forma de actuar es idéntica a la de la maneta de freno. La única diferencia es la forma de actuar, ya que el pedal de freno es accionado mediante el pie derecho del piloto.

Como la maneta, el pedal de freno también es suministrado por AJP a un coste unitario de 50€.



Figura 13 Pedal de freno trasero

### 5.3. Sistemas de embrague.

El sistema de embrague es el encargado de la conexión o desconexión de la salida de par del motor mediante la utilización de un embrague, facilitando también el posible cambio de marchas, evitando el desgaste excesivo de los engranajes en contacto.

#### 5.3.1. Maneta de embrague.

Aparentemente idéntica a la de freno, se sitúa en el semi-manillar izquierdo, y su funcionamiento es similar, la palanca acciona un cilindro que le da presión al fluido hidráulico del tubo, que es transmitido hacia el embrague accionándolo, consiguiendo desacoplar el eje de salida del eje principal del motor, evitando la transmisión de movimiento.



Figura 14 Maneta de embrague Magura

El suministrador de la maneta de embrague es la empresa Calleja, que nos los suministra por un coste de 13€ la unidad



### 5.3.2. Palanca de cambio.

El accionado del cambio de marchas de una motocicleta se realiza mediante una palanca situada en el lateral izquierdo de la moto, por la que mediante la acción del pie izquierdo se pueden subir o las marchas de la moto de una forma secuencial. Para que el cambio de marchas se realice de una forma más sencilla y sin que los engranajes sufran un desgaste excesivo, siempre se debe tener pulsada la maneta del embrague.



Figura 15 Palanca de cambio

La palanca de cambio nos la suministrará la empresa Calleja, con un coste unitario de 6€.

## 5.4. Chasis.

### 5.4.1. Chasis.

El chasis de una motocicleta lo podemos definir como el esqueleto de la moto, es el encargado de dar rigidez al vehículo, y del que cuelgan el resto de elementos que colocaremos en la moto. En la parte delantera del chasis nos encontramos con la potencia, que es el lugar de anclaje con la suspensión delantera, y en la parte trasera nos encontramos con la zona de unión con el basculante y la suspensión trasera. En el interior del chasis anclaremos el motor de la moto, y sobre él se situarán el depósito, *airbox*, carenado y piloto.

El chasis es el encargado de soportar los esfuerzos de la moto, por lo que tiene que ser capaz de absorber flexiones y torsiones si causan modificaciones en la trayectoria de las ruedas. Como podemos ver es una de las partes más importantes de la motocicleta.

Dentro de los chasis nos podemos encontrar con una gran variedad de tipos. En el caso de nuestra motocicleta, hemos escogido un chasis tubular de acero de tipo doble viga.

Más adelante analizaremos detenidamente la elección del proveedor de chasis, ya que es el mayor desembolso que realizaremos a la hora de fabricar las motocicletas.

#### 5.4.2. Rodamientos.

Los rodamientos son elementos que permiten la rotación entre dos cuerpos sin producir apenas desgaste en ellos. En nuestra motocicleta, los encontraremos alojados en el basculante y en los ejes de las ruedas.



Figura 16 Rodamientos SKF

Nuestro proveedor de rodamientos es la empresa SKF, a la que pediremos rodamientos de tres tipos: 8 rodamientos PCM 1012220E con un precio unitario de 2,03€, 2 rodamientos HK 2016 con un coste unitario de 6.72€ y 2 IR 17x20x16 con un coste unitario de 8,61€. El coste total de los rodamientos utilizados en una motocicleta asciende a la cantidad de 47€.

#### 5.5. Suspensión delantera.

La suspensión delantera es la encargada de suministrarle al piloto información del estado del pavimento, así como de absorber irregularidades y de amortiguar los esfuerzos que sufre la moto en las aceleraciones y en las frenadas. En motocicletas de competición, la forma de suspensión más habitual es el uso de horquillas hidráulicas.

### 5.5.1. Horquilla.

La horquilla se compone de dos tubos, uno a cada lado de la rueda, que están conectados con el chasis mediante la potencia. Estos tubos, alojan en su interior un conjunto de muelles, arandelas, y pequeños tubos, que junto al aceite, combinados todos ellos, logran ejercer de suspensión.



Figura 17 Brazos de horquilla Öhlins

El suministrador elegido para suspensión delantera es la empresa Öhlins, que nos suministra cada horquilla con un coste de 178€.

## 5.6. Suspensión Trasera.

La principal función de la suspensión trasera es mantener la rueda trasera en contacto permanente con el asfalto, evitando revotes por las irregularidades del terreno, o los cambios de pesos producido por las aceleraciones y las frenadas de la motocicleta. A diferencia de la suspensión delantera, la trasera se compone de más de un elemento.

### 5.6.1. Basculante.

Junto con el chasis, el basculante es la otra gran pieza que aporta rigidez a la moto, en nuestro caso es un esqueleto tubular de acero, que conecta el chasis con el amortiguador trasero y con el eje de la rueda trasera. Es la parte encargada de absorber los esfuerzos que se producen en el eje trasero, permitiendo la acción de la amortiguación mediante un pivotamiento sobre su eje de conexión con el chasis.

Tanto para el chasis como para el basculante, se ha tomado la decisión de mandarlos a fabricar fuera, y asumir el alto coste económico que ello supone. Este coste se explicará en puntos siguientes.

### 5.6.2. Amortiguador.

El amortiguador trasero consta de varias piezas, las cuales son: un resorte helicoidal encargado de absorber impactos, un cilindro hidráulico, encargado de amortiguarlos, una pletina de apoyo del resorte, y un regulador roscado que se encarga de alargar o encoger la longitud de cilindro y muelle, variando el comportamiento del amortiguador, modificándose así la progresividad del mismo.



Figura 18 Amortiguador trasero Öhlins

Todo este conjunto de piezas, generalmente y como en nuestro caso, se vende juntos. Nuestro proveedor del amortiguador trasero es la asociación MEF, que nos lo suministra con un coste unitario de 102€.

## 5.7. Dirección

La dirección es una parte vital en la motocicleta, ya que aparte de ser el lugar físico donde se agarra el piloto, es la encargada de variar la trayectoria del vehículo, y de transmitir información del estado del pavimento al piloto. En la actualidad, en las motos de competición, la dirección se compone de dos semi-manillares.

### 5.7.1. Semi-manillares.

Los semi-manillares. son dos barras de acero unidas a la horquilla que pivotan sobre la tija, variando la dirección de la motocicleta. Es el lugar físico donde colocaremos las empuñaduras donde agarrarnos, la maneta del freno delantero y la maneta del embrague, así como las botoneras correspondientes para el manejo del motor.



Figura 19 semi-manillares.

Como los semi-manillares. se pueden simplificar en dos cilindros de acero, nuestro proveedor de semi-manillares. es un taller de mecanizado.

### 5.7.2 Empuñaduras

Sobre los semi-manillares. se colocan dos piezas de plástico que son más agradables al tacto, y con una forma ergonómica para que la mano encaje a la perfección, estas piezas son las empuñaduras. La empuñadura izquierda es de gran simpleza, y solo sirve para agarrarse a la motocicleta, pero por el contrario, la derecha tiene una cierta complejidad, ya que hace las funciones del acelerador y tiene que rotar sobre su propio eje, tirando así del cable que estará conectado a la varilla aceleradora del cuerpo de admisión del motor.



Figura 20 Empuñaduras

Nuestro proveedor de empuñaduras es la asociación MEF, que nos la suministra por con un coste de 12€ la izquierda y de 28€ la derecha que incluye el acelerador de la moto.

### 5.8. Carenado.

Cuando hablamos de carenado hablamos de la parte exterior de la moto, de su imagen. El carenado es un revestimiento con plásticos o fibras que se utiliza como protección de las partes internas de la moto, mejorando su rendimiento aerodinámico que es de vital importancia en competiciones como la nuestra, ya que las mecánicas y los chasis están muy igualados.

También es una parte importante en lo que a marketing se refiere, ya que son los colores que llevará la moto en el circuito, y el lugar físico en el que colocaremos a nuestros patrocinadores, tanto técnicos que nos dan apoyo, como patrocinadores económicos, que nos aportan dinero a cambio de publicitar sus empresas.



Figura 21 Carenado SpeedFiber

El suministrador de carenados que hemos escogido es la empresa catalana de composites SpeedFiber, que por 212€ nos suministra cada carenado con las piezas necesarias para su montaje.

### 5.9. Sistema motriz.

El sistema motriz es el encargado de dar movimiento y transmitirlo hacia la rueda trasera de la moto. Se compone de un motor y una transmisión, que en nuestro caso es una cadena.

#### 5.9.1. Motor.

El motor es una máquina térmica encargada de transformar el poder calorífico del combustible en trabajo que podamos aprovechar mediante la combustión. En la mayoría de los motores de moto, encontramos en su interior ya acoplada a la salida del motor la caja de cambios, por lo que lo podemos considerar un conjunto motor-transmisión en uno solo.

El motor utilizado en esta competición lo marca el reglamento, y consiste en un motor de combustión forzada de 4 tiempos y 250cc. En esta tercera edición, la asociación ha decidido que los motores sean realizados por la empresa francesa Sherco, con gran experiencia en distintas categorías de competición, sobre todo offroad.



Figura 22 Sherco SE 250i-R

La asociación MEF nos proporciona los motores Sherco SE 250i-R con un precio de 950€ la unidad.

#### **5.9.2. Cadena.**

La cadena es la pieza encargada de transmitir el movimiento desde el motor hasta la corona de la rueda trasera de la motocicleta. La cadena que utilizaremos es una cadena de acero de eslabones simples.

El suministrador de cadenas en este caso también es la asociación MEF, que nos las entrega con un coste de 42€ cada unidad.

#### **5.10. Airbox**

El airbox consiste en una caja situada entre el depósito de la moto, y el motor, que se encarga de canalizar el aire. Esto lo hace mediante una boca que situaremos en la parte delantera de la moto, almacenando aire a presión. El airbox se utiliza para aumentar el flujo de aire que entra en el motor, mejorando el flujo másico de la mezcla de aire-gasolina, obteniendo así unas explosiones más potentes en la cámara de combustión, aumentando el rendimiento del motor.



El airbox se fabrica en fibras mediante inyección de plásticos, si la cavidad que intentamos ocupar con el airbox es de una geometría demasiado compleja, se puede llegar a realizar de forma artesanal.

Nuestro suministrador de airbox es la multinacional francesa MecaPlast, que nos envía cada airbox por un precio de 176€.

#### **5.11. Radiador.**

El radiador es un intercambiador de calor entre el aire exterior frío y el líquido refrigerante del motor caliente. Se utiliza para alargar la vida del motor evitando que colapse y se gripe por un exceso de temperatura en sus piezas.



**Figura 23 Radiador Taleo Tecnoracing**

En una motocicleta, el radiador lo encontramos situado en la parte delantera normalmente en su parte baja, justo detrás de la rueda, para poder así captar el aire frío que necesita para el intercambio de calor.

El proveedor de radiadores que hemos elegido es la empresa Taleo Tecnoracing, empresa presente en numerosas categorías de competición. El precio de cada radiador es de 237€ e incluye todo lo necesario para su montaje y comunicación con el motor.

#### **5.12. Depósito.**

El depósito de combustible es una de las piezas en las que nos encontramos más restrictividad técnica debido al peligro que conllevan las pérdidas de combustible tras un posible accidente. El depósito es el encargado de comunicar el combustible almacenado en su interior, con el cuerpo inyector del motor.



En nuestro caso hemos optado por un depósito de chapa de aluminio, que se suelda uniéndose formando una caja, que posteriormente es ajustada mediante pequeñas golpes de martillo.

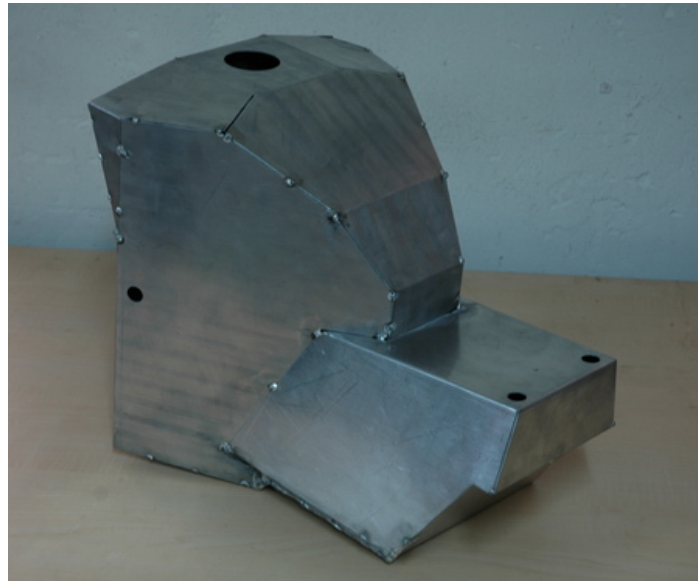


Figura 24 Depósito de aluminio PallKern

El proveedor del depósito es la empresa PallKern por un valor de 110€ cada unidad.

### 5.13. Escape.

Una vez que el motor ha realizado la combustión, los gases de escape son comunicados al exterior por el tubo de escape. Otra de sus funciones es la reducción de la intensidad sonora que produce el motor mientras está trabajando, así como la reducción de sustancias contaminantes a la atmosfera.



Figura 25 Escape TurboKit

Para la fabricación de la moto hemos llegado a un acuerdo con la distribuidora de escapes JAC Motors, para que nos suministre tubos de escape y silenciadores por un precio unitario de 220€.

## 6. Elección de fabricante de chasis y basculante.

De cara a la elección de un fabricante de chasis, se decide buscar presupuesto en dos áreas claramente diferenciadas, una de ellas es la búsqueda de un fabricante nacional, y la otra es la búsqueda de un fabricante en China.

### 6.1. Fabricación en China

Debido a lo ajustado que es el presupuesto del que disponemos, la fabricación en China es una de las posibles soluciones que nos encontramos, ya que en ese país el coste de la mano de obra y de las materias primas es muy inferior que el utilizado en nuestro país.

Buscando información, llegamos a ponernos en contacto con un pequeño fabricante de motos nacional, el cual nos pone en contacto con la fábrica que les realiza sus chasis que está localizada en China.

Esta fábrica se dedica a la fabricación de chasis tubulares de todo tipo, fabrica desde chasis para motocicletas, motocarros y coches, hasta estructuras tubulares destinadas a sostener obras de arte como estatuas.

La fábrica está situada en la ciudad china de Guangzhou, ciudad del sur de China, perteneciente a la provincia del Cantón, donde viven más de 13 millones de habitantes. Es una ciudad industrial y portuaria, por lo que en este sentido se responde a las necesidades que nosotros tenemos.



Figura 26 Situación de la ciudad de china de Guangzhou

Este fabricante es un gran experto a nivel mundial en soldadura tubular como ya hemos comentado, dando servicio tanto a empresas chinas como a empresas europeas, por lo que tiene unos estándares de calidad muy elevados. A parte de disponer de una fábrica de grandes dimensiones.

Por esta posición en el mercado, son capaces de ofrecer precios muy competitivos. En nuestro caso, el presupuesto que nos dan para fabricar 600 chasis y basculantes es de 480.000€, lo que equivale a un precio unitario de 800€ por moto.

El principal problema que surge a la hora de escoger la opción de fabricar en China, es el gasto que supone el envío de la mercancía. Para esto envío se ha elegido un contenedor de 40 pies estándar, ya que en este contenedor entrarían los chasis y basculantes ya paletizados y embalados. Del envío se haría cargo la empresa iContainers, desde su recogida en Guangzhou, hasta su entrega en nuestras instalaciones de Leganés. El tiempo de envío serían 34 días, y su coste ascendería a 2.000€

Si sumamos el envío junto con la fabricación, obtenemos un coste total de chasis y basculante de 482.000€

## **6.2. Fabricación en España**

En cuanto a la fabricación en España se ha pedido presupuesto a varias empresas, tantas empresas dedicadas a la fabricación de chasis de forma íntegra, como a empresas dedicadas a la soldadura de estructuras tubulares.

Una de las empresas que se dedican a la fabricación de chasis como ocupación es la empresa RacingVega. RacingVega es una empresa madrileña dedicada a la fabricación de piezas para motocicletas, y especializada en fabricación de chasis. Al estar situada en la Comunidad de Madrid, sería un proveedor perfecto para nosotros, dada la cercanía a nuestras instalaciones. Este ha sido uno de los principales motivos por los que hemos contactado con esta empresa. La oferta que nos hacen, es fabricarnos tanto chasis como basculantes para 600 motos por un importe de 1.308.000€, por lo que cada unidad nos saldría a 2.180€.

Otra empresa a la que se ha pedido presupuesto es Motobancada. Situada en Madrid, también sería un proveedor cercano con el que tratar. En este caso el presupuesto que nos dan es de 987.000€ con un precio unitario de 1.645€ para cada motocicleta.

Como ya se ha indicado con anterioridad, también se ha preguntado a empresas dedicadas a la soldadura de estructuras tubulares. Aprovechando la cercanía a una de ellas, y por ser líder en el sector, nos hemos puesto en contacto con Meldi, una empresa con más de 15 años de experiencia soldando. El presupuesto que nos han ofrecido es un poco más contenido que en los casos anteriores, obteniendo un precio por motocicleta de 1.280€

### 6.3. Resumen

A continuación, se mostrará una tabla resumen de los presupuestos de los que disponemos, para realizar una comparativa sencilla y elegir la mejor vía de fabricación.

**Tabla 1 Resumen de Presupuestos de fabricación de chasis y basculante**

Empresa	Importe Total	Importe unidad
China	482.000€	803€
RacinVega	1.308.000€	2.180€
Motobancada	987.000€	1.645€
Meldi	768.000€	1.280€

Como podemos ver en la tabla, la empresa que escogeremos para la fabricación de nuestros chasis y basculantes será la empresa China, ya que incluyendo los costes de transporte, el presupuesto que nos ofrece es significativamente menor que los que nos han ofrecido en nuestro país.

## **7. Elección de método de montaje y estimación de costes.**

En la fabricación a escala industrial de motocicletas, nos podemos encontrar con varias corrientes a la hora de realizar el método de montaje. La elección de uno de estos métodos va en función de los costes que tienen, pero sobre todo del tamaño de la tirada de motocicletas que se desean fabricar. En nuestro caso, el tamaño de la tirada de 600 motocicletas, por lo que podemos decir que nos encontramos ante una tirada corta.

A continuación vamos a exponer los dos tipos de métodos de montaje que existen en la industria, y a realizar un pequeño análisis de costes para poder decidir de una forma objetiva.

### **7.1. Montaje en línea**

En el método de montaje en línea, el montaje se realiza en estaciones, la peculiaridad de este montaje es que se utiliza una cinta transportadora, sobre la cual se van añadiendo piezas a la moto en las distintas estaciones, y de la que no sale hasta que está completamente montada.

Para este método de montaje, necesitamos tener una cinta transportadora, pequeños muebles y estanterías de almacenaje de piezas correspondientes a cada estación de montaje, consiguiendo así un gran ahorro de tiempos. El coste de la cinta transportadora y los muebles es de 100.000€

En este método, en cada estación trabajan 3 o 4 operarios, a los que hay que añadir algún supervisor-coordinador del trabajo. Teniendo en cuenta que para montar una motocicleta necesitaríamos 5 estaciones, nos encontraríamos con que el total de operarios que trabajarían en la línea serían 19, que se dividen en las siguientes categorías: 2 oficiales de 1ª, 10 oficiales de 2ª y 7 oficiales de 3ª. Estos operarios repercuten en un coste horario de 234€/h

Con la imposición de tener 5 estaciones, y con un tiempo estimado de parada en cada estación de 12 minutos, tenemos una producción de una moto cada hora, por lo que, si solo trabajamos en un turno de 8 horas, en un día fabricamos 8 motocicletas. Con esto podemos deducir que en 75 días tendríamos fabricadas las 600 motos.

### **7.2. Montaje estático**

A diferencia del método línea, el montaje estático se realiza sobre una mesa de trabajo. Sobre estas mesas elevadoras se irán situando las diferentes piezas a montar, desde un primer tornillo, hasta que saquemos la moto ya montada.

El modo de almacenaje del material necesario para el montaje de la moto también es diferente, mientras que en el modo lineal todo se almacena en torno a las estaciones de montaje, en este modo estático nos encontramos con dos zonas

diferenciadas de almacenaje. Un almacén principal donde nos encontramos con todo el material desembalado y colocado correspondientemente, y una pequeña zona de almacenaje en torno a las mesas de trabajo, donde se tendrán piezas suficientes como para montar 4 o 5 motos y ahorrar tiempos para no tener que ir constantemente al almacén principal.

En este caso, el coste de las mesas elevadoras es mucho menor que el de la cinta transportadora, por lo que el coste total de las mesas y los muebles asciende a unos 20.000€.

Para este tipo de montaje necesitamos emplear a 3 operarios, 2 oficiales de 2ª para realizar el montaje de la motocicleta, y un oficial de 3ª para ir reponiendo las piezas que vamos utilizando, y ayudar en las tareas de montaje. A estos operarios también hay que añadir la presencia de un supervisor-coordinador del trabajo realizado. Con este tipo de montaje, el coste de personal asciende a una cifra de 53€/h.

Con un montaje en estático, aproximadamente podríamos sacar una motocicleta completa cada 100 minutos, por lo que tendríamos una producción diaria de 4,8 motocicletas utilizando un solo turno de 8 horas. Como la tirada total de la producción es de 600 motocicletas, con este método de montaje, tendríamos la producción completa en 125 días.

### 7.3. Estimación de costes.

A continuación, vamos a mostrar en la siguiente tabla el resumen los costes de cada método de montaje.

Tabla 2. Resumen de costes M. Lineal vs M. Estático

	Lineal	Estático
<b>Almacenamiento</b>	1 almacén	2 almacenes
<b>Tiempo</b>	75 días	125 días
<b>Personal</b>	19 operarios 234€/h	4 Operarios 53€/h
<b>Total Personal</b>	2.667.600€	212.00€
<b>Mobiliario</b>	100.000€	20.000
<b>Precio total</b>	2.767.600€	232.000€
<b>Precio moto</b>	4.612,66€	386,66€

#### **7.4. Elección del método de montaje.**

El primer factor a tener en cuenta a la hora de decidir el método de montaje es el tiempo previsto de la entrega de las motocicletas. En nuestro caso no hay ningún tipo de presión en este aspecto, ya que no existe una fecha concreta de entrega de las motocicletas, por lo que nos daría lo mismo que estén fabricadas en 758 días o en 125, ya que no existe prácticamente diferencia entre ellas.

El otro factor importante a tener en cuenta es el precio. Podemos ver que el gasto en personal es la mayor diferencia existente entre los dos métodos. Lo alto del coste de producción en el método lineal es debido a la gran cantidad de operarios que participan en este método.

Viendo la falta de importancia en el tiempo de fabricación, y la gran diferencia de costes entre los dos métodos, nos vemos obligados a escoger el método de montaje estático como el tipo de montaje que vamos a utilizar en nuestra fábrica.

## 8. Fábrica y fabricación de la motocicleta.

### 8.1. Localización de la fábrica.

La sede de nuestra fábrica hemos decidido localizarla en el Polígono Industrial Leganés Tecnológico, perteneciente a la localidad madrileña de Leganés. Uno de los factores que han influido para elegir esta localización, es la utilización de nuestra universidad en este polígono como vivero de empresas.

Otro de los factores que han influido en la elección de este emplazamiento es que se encontrase en un enclave privilegiado en cuanto a comunicaciones se refiere, ya que este polígono está rodeado de varias de las principales vías de la comunidad de Madrid, como son la autovías M-40, A-42 y M-45, desde las cuales se podemos recoger las mercancías de nuestros distintos proveedores, así como distribuir nuestras motos de una manera rápida, cómoda y fácil. En cuanto a comunicaciones ferroviarias, encontramos la estación de mercancías del Abroñigal a unos 15 minutos.

Para la fabricación de motocicletas necesitamos una nave industrial de aproximadamente 1.200 m<sup>2</sup> de superficie, dentro de la cual distribuiremos la nave en diferentes zonas dependiendo de su funcionalidad.

La nave que hemos escogido se sitúa en la calle Margarita Salas con una superficie útil de 1.380 m<sup>2</sup>. Esta nave la hemos encontrado por medio de un portal inmobiliario, y el coste de su alquiler es de 3.600€ mensuales.



Figura 27 Emplazamiento de la fábrica



## 8.2. Layout.

Una vez que disponemos de una nave en la que instalar la fábrica, realizamos una organización simple en diferentes zonas de trabajo. En primer lugar organizamos la entrada de material por un lateral de la fábrica, y la salida del producto finalizado por el lateral contrario a este, pudiendo tener una organización interna lineal y simple.

En la división interna de la nave encontramos las siguientes zonas: almacén de materiales, zona de montaje, zona de test y calidad, oficinas y despachos, almacén de producto terminado y tienda.



Figura 28 Layout de la fábrica

En el almacén de materiales se situarán las mercancías según las vayamos recibiendo, colocándolas de forma ordenada para ser llevadas a la zona de montaje según vayan siendo requeridas por los operarios para su montaje. En la zona de montaje se montarán todas las piezas de la moto, dando vida a nuestra motocicleta. Esta motocicleta pasará a ser ensayada en la zona de test, y una vez que la motocicleta pasa los controles de calidad, pasará a ser colocada en el almacén de producto terminado.

La mayoría del mobiliario que vamos a necesitar se situará en el almacén de materiales y la zona de montaje. Todo este mobiliario nos lo suministrará la empresa BikeLift.

En la zona de montaje situaremos dos zonas independientes e iguales de trabajo, estas zonas estarán delimitadas por unos paneles informativos donde se colocarán información importante para realizar el montaje de las motocicletas, y un panel para la colocación de las herramientas. En estos paneles también se incluirán unos ordenadores de trabajo, destinados a resolver dudas, recibir información concerniente a las personalizaciones de cada motocicleta, así como para fichar las diferentes ordenes de trabajo necesarios para tener controlada la producción diaria.

Rodeando cada zona de trabajo, encontramos distintas mesas en las que son almacenados los materiales necesarios para el montaje de las motos. A parte de las mesas, también encontramos estantes destinados al almacenamiento de piezas muy específicas, como son chasis, basculantes, ruedas y motores, con unas dimensiones y formas que cuadran a la perfección con los contornos de estos elementos.

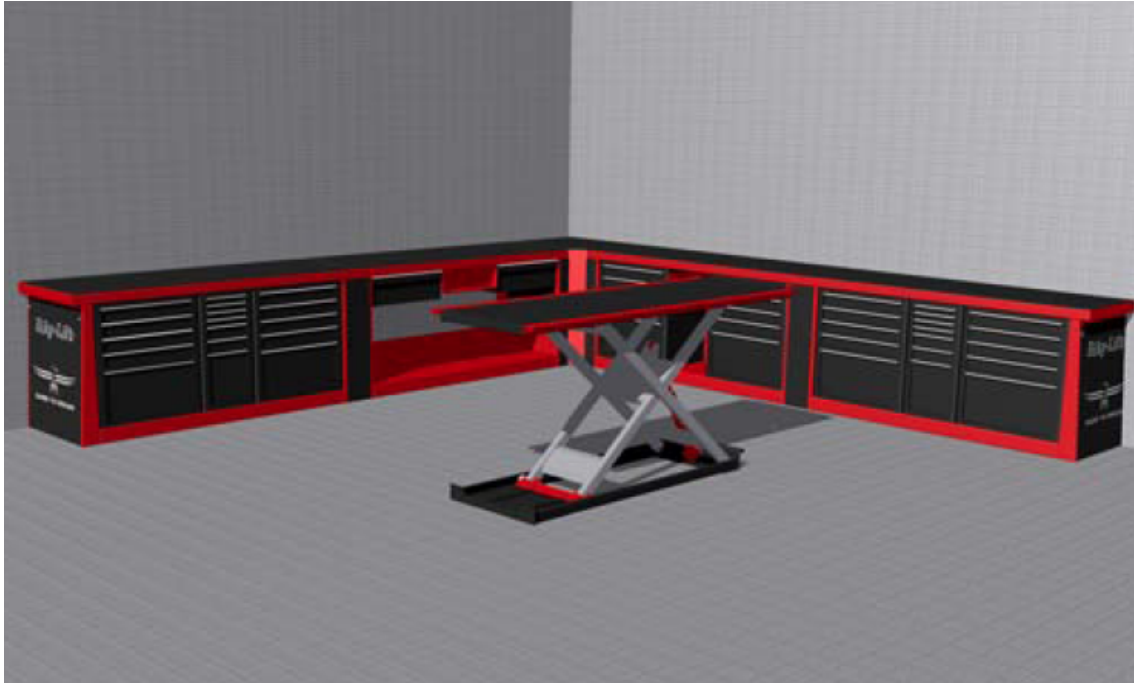


Figura 29 Distribución de la zona de trabajo

Al lado de las mesas perimetrales y en una posición central entre las dos células de trabajo, nos encontramos con la maquinaria necesaria para el montaje de las ruedas. Esta máquina es una entalladora, y en nuestro caso hemos elegido Tyre Charger, que es la encargada de unir las llantas y los neumáticos.



Figura 30 Entalladora Tyre Charger

El principal protagonista de la zona de montaje es la mesa elevadora MAX 500 TWIN ARMS. Esta mesa dispone de tres sujeciones diferentes, destinadas a facilitar el montaje de una moto de principio a fin, es una de las mesas elevadoras más complejas y avanzadas del mercado. Estas tres sujeciones nos permiten sujetar la moto tanto por las ruedas como por el chasis o el motor, simplificándonos así el montaje de la moto en sus diferentes etapas. Esta mesa la escogemos con un accionamiento eléctrico, para poder regular la altura al gusto del cada operario, para que así se encuentre más cómodo y trabaje e forma más eficiente.



Figura 31 Mesa elevadora Max 500 Twin Arms

La otra máquina que utilizaremos en la zona de montaje es una grúa elevadora, que se destinara para elevar y transportar el motor. El motor Sherco que utilizamos tiene un peso de 26 kg, que supera los 19 kg que marca la normativa del peso muerto máximo que puede elevar un trabajador en repetidas ocasiones, por lo que es obligatorio el uso de este elevador.



Figura 32 Grúa elevadora

En la zona destinada a los test de calidad, nos encontramos con la máquina de diagnóstico DYNA 300 SR. Esta máquina realiza los test de gases, aceleración, frenado, velocidad y par todo ello en la misma posición. Es una máquina de test muy novedosa, dado que realiza todos los ensayos en una misma máquina y posición, reduciendo los tiempos destinados a estos ensayos, y reduciendo el número de operarios en este departamento a un operario.



Figura 33 Tester Dyna 300 SR

A parte de todas estas máquinas, BikeLift también nos suministra las estanterías y el mobiliario necesarios para que el almacén de materiales se encuentre correctamente colocado y ordenado.

A continuación se mostrará un pequeño resumen del presupuesto total que nos ha ofrecido la empresa BikeLift para toda la maquinaria ya explicada.

Tabla 3 Presupuesto de Mobiliario y Maquinaria

	Unidades	Precio
<b>Mesa elevadora MAX 500</b>	2	5.805€
<b>Grúa elevadora</b>	2	421€
<b>Entalladora Tyre Charger</b>	1	1.497€
<b>DYNA 300 SR</b>	1	24.000€
<b>Mobiliario</b>	16	9.072€
<b>Importe Total</b>		<b>40.795€</b>

### **8.3. Proceso de fabricación.**

A continuación se va a explicar el proceso seguido desde la llegada de los materiales por parte de los proveedores, hasta que salen las motocicletas finalizadas por la puerta de la fábrica.

También se va a realizar breve una explicación del montaje a modo de resumen del manual de montaje que se les suministraría a los operarios para que lo utilizaran de guía y ayuda.

Por último se mostrara un resumen del tiempo de proceso empleado, realizando un cálculo del gasto que suponen las operaciones de montaje de la motocicleta.

#### **8.3.1. Almacén de materiales**

El almacén de materiales es el primer lugar de nuestra fábrica que pisan los materiales necesarios para el montaje de la motocicleta. Una vez que recibimos los pedidos de los distintos proveedores, dos operarios se disponen a desembalar las cajas con las diferentes pieza y colocar en las estanterías.

Estos operarios son oficiales de 3ª, y tienen que tener la cualificación para manejar toros mecánicos y traspalets, ya que otra de las misiones que tienen es la de llevar los materiales necesarios en los momentos oportunos a la zona de montaje, para poder nutrir los dos puestos de trabajo de material, y que las interrupciones sean las menores posibles.

#### **8.3.2. Zona de montaje**

En la zona de montaje nos encontramos con tres operarios por cada célula de trabajo. Estos operarios se agrupan en dos categorías, dos oficiales de 2ª que serán los encargados de realizar el montaje real de la moto, y un oficial de 3ª que se encargara de dar apoyo en los momentos necesarios, así como suministrar los materiales colocados en las mesas y estanterías de las células según van siendo necesarias.

Por ejemplo, mientras los oficiales de 2ª están realizando el montaje de la moto, el oficial de 3ª se dedicará a realizar el montaje de la rueda en la llanta utilizando la entalladora, realizar el llenado de líquidos del motor. También será el encargado de comprobar en el ordenador las distintas personalizaciones que se pueden aplicar a las motocicletas, y consultar los manuales de ayuda.

A parte de estos seis operarios destinados al montaje y ayuda, nos encontramos con un operario más con categoría de oficial de 1ª. Este operario será el encargado de realizar las funciones de supervisor y controlador de los procesos de fabricación. También podrá prestar soporte en algún punto crítico del montaje, así como suplir a alguno de los operarios ante alguna ausencia eventual.

### **8.3.3. Instrucciones de montaje.**

Las instrucciones de montaje es una pequeña memoria que los operarios de montaje tendrán que seguir paso a paso, ya que incluye todos los procesos, las herramientas que han de utilizar, y el tiempo en el que tienen que montar cada componente para poder estar dentro de la programación hecha por los ingenieros de la fábrica.

A continuación vamos a mostrar un resumen del documento que se les mostrara a los operarios.

#### ***Conjunto chasis, basculante y motor.***

La primera acción a realizar es la elección de las piezas necesarias, en este caso se llevaran a la mesa de trabajo el amortiguador trasero, chasis y basculante. También se recogerá la grúa elevadora, en la que colocaremos el motor, y lo acercaremos también a la mesa de trabajo.

Una vez en la mesa, el motor será anclado a la mesa mediante los brazos destinados a esta operación. Una vez que está anclado, cada operario colocará chasis y basculante en su posición, mientras que el otro operario introduce el eje común que tienen estas tres piezas.

Acto seguido se coloca en su posición el amortiguador trasero, y se ajusta el balancín. Por último, en paralelo a la colocación del amortiguador, se ha procedido al montaje de la rueda trasera en la entalladora previamente se habrá montado en la llanta el disco de freno y la corona. Este conjunto es colocado en su posición al terminar el ajuste del balancín

El tiempo estimado para esta operación es de 15 minutos

#### ***Conjunto delantero: Tija, Horquilla y rueda.***

Para esta operación necesitamos tija, horquilla y rueda delantera. Mientras estas piezas son colocadas en torno a la mesa de trabajo, se finaliza la operación anterior con el tensado de la cadena que transmite el movimiento del motor a la rueda trasera.

Una vez que tenemos todas las piezas, anclamos el cuerpo de la moto ya montado por la rueda trasera. Acto seguido se coloca la tija sujetándola a la parte delantera del chasis. Por último, se le agrega la horquilla delantera a la tija, teniendo ya montado el conjunto de la suspensión delantera.

Mientras todos estos trabajos se están realizando, uno de los operarios realiza el montaje de la rueda delantera, procediendo al montaje del disco de freno en la llanta, y al entallaje del neumático en esta. Una vez la rueda está montada y la colocación de la horquilla ha finalizado, se coloca la rueda y se áncala a la horquilla introduciendo su eje.

El tiempo estimado para esta operación es de 20 minutos

### ***Conjunto superior: Depósito y Aribox.***

Como ya tenemos las dos ruedas y el chasis completamente montado, se modificaran la sujeción de este conjunto sobre la mesa, quedando sujetado todo por medio de los agarres para las ruedas. Mientras se modifican los anclajes, se acercan a la mesa el depósito de combustible y el airbox.

La primera pieza que se coloca de este conjunto es el airbox. Por la parte superior del chasis, se introducen los conductos de admisión de aire que irán colocados en la parte delantera de la motocicleta. Acto seguido será anclado el airbox al chasis.

Una vez posicionado el chasis, se introduce el depósito de gasolina, una vez que está posicionado se conecta el manguito de la gasolina al motor, asegurándose de que no queda pinzado en ningún momento, permitiendo la circulación del fluido. Una vez que esta comunicación de fluido es permitida se fija el depósito al chasis y al airbox.

El tiempo estimado para esta operación es de 20 minutos

### ***Mandos, Electrónica y escape.***

Para esta operación será necesario traer multitud de piezas, por lo que se hará de forma escalonada. Lo primero que acercaremos será todas las piezas que encontrare en la dirección de la moto, como son semimanillares y las manetas de embrague y freno. Una vez que disponemos de estas piezas en la mesa elevadora, se montarán los semimanillares, y sobre ellos se colocaran las dos manetas, y después las dos empuñaduras. Una vez que está todo fijo, se conectará el acelerador al motor mediante el cable correspondiente para ello, análogamente, también se conecta la maneta de embrague con el embrague situado en el motor. Por último, se conectará la maneta del freno con el freno delantero, y se rellenará del líquido necesario para que funcione, esta operación también se hará con el freno trasero.

Una vez finalizado este proceso, ya nos encontramos en la mesa de trabajo las siguientes piezas que necesitaremos para el montaje. Estas piezas serán las que se corresponden con todo el apartado electrónico de la moto. Lo primero que colocaremos será el *dashboard* en la araña correspondiente en la parte delantera del



chasis. Acto seguido se colocará la centralita en la chapa del chasis destinado para ello, y por último se conectarán todos los cables a sus diferentes conectores.

Mientras se conectan todos los cables a los dispositivos, otro operario será el encargado de conectar el tubo de escape al motor y sujetarlo al chasis. Por último se recurre a la colocación del radiador en la parte baja delantera del chasis, conectando los conductos de entrada y salida del refrigerante entre el motor y el radiador.

El tiempo estimado para esta operación es de 20 minutos.

### ***Conjunto exterior: Carenado.***

Llegados a este punto se podría decir que tendríamos la moto completamente montada. Lo único que faltaría sería el conjunto aerodinámico y protector exterior. Esta pieza es el carenado.

El carenado que hemos elegido se compone de tres piezas. La primera que colocaremos es la pieza delantera. Esta pieza es la que se corresponde con el morro de la moto, la cúpula y parte de lateral de la motocicleta. Para montarla la introducimos por la parte delantera y la conectamos directamente a las orejetas del chasis diseñadas para ello.

La segunda pieza es la parte inferior del carenado. Esta pieza cubre la parte inferior de la moto y el resto de los laterales de la moto. Esta pieza a parte del chasis, se conecta también con la pieza parte delantera del carenado, quedándose totalmente sellado, para que no se interrumpa la canalización del aire a su paso por esta zona.

Por último se colocara la pieza que se corresponde con el asiento y el colín de la moto. Esta pieza se coloca sobre chasis y subchasis, y también se sella con la parte delantera del carenado.

El tiempo estimado para esta operación es de 15 minutos.

### ***Comprobaciones.***

Una vez que se aprieta el último tornillo del carenado, nos encontramos con la moto perfectamente montadas. Pero antes de bajar la moto de la mesa de montaje, se han de realizar un pequeño número de comprobaciones, destinadas a que la moto no tenga que volver a pasar por el puesto de trabajo.

Estas comprobaciones consisten en hacer girar las ruedas, asegurarse de ninguna pieza o tornillo esta suelto. También se ha de revisar que el cuadro de mandos funciona, y que se encienden todos los pilotos. Otro de los puntos a revisar son los frenos y el cambio de marchas, se tiene que comprobar que los frenos funcionan correctamente, y que entran y salen todas las marchas de las motocicletas.



Cuando se han revisado todos estos puntos, es colocada sobre una de las barras del chasis con remaches, la placa que acredita el número de serie de la motocicleta, esta acción da por finalizada la fabricación de la moto.

El tiempo estimado para esta operación es de 10 minutos

#### **8.3.4. Test y calidad.**

Una vez finalizado el montaje de la motocicleta y se han realizado las comprobaciones necesarias, la moto pasa a la zona de test y ensayos de calidad. En esta estancia encontraremos trabajando a un único operario con categoría de oficial de 2ª.

Este operario es el encargado de recoger la motocicleta de las células de montaje una vez ha sido concluido el montaje, y subirla a la máquina de test Dyna 300 SR. Una vez la moto esta subida, el operario será el encargado de realizar los análisis.

Primero se controlan los niveles de líquidos de la moto, así como el funcionamiento integro de toda la electrónica de la que dispone la moto. Acto seguido se realiza un arranque del motor, y se realizan los test de velocidad y par, también se realiza un examen de frenada y se le hace pasar un test de emisiones de humo. Todos estos test, tienen que estar acordes a las normativas vigentes, y estar desacuerdo con las especificaciones que suministramos con los papeles de la motocicleta.

#### **8.3.5. Almacén de producto finalizado.**

Una vez que la motocicleta ha pasado los test necesarios, pasara al almacén de producto terminado. En este almacén trabaja un oficial de 3ª. Este operario será el encargado de recoger la motocicleta en cuanto se baje de la máquina de test, y llevarla al almacén y colocarla en su lugar correspondiente.

El almacén estará organizado por un sistema de colas FIFO (First In, First Out), por el que la primera moto que se fabrica y se introduce en el almacén, será la primera motocicleta en salir a la venta.

En el almacén también encontramos una zona apartada destinada a colocar las motocicletas que se han fabricado con algún tipo de personalización particular, evitando así que sean introducidas en la cola de salida normal, y evitando posibles equivocaciones.

#### **8.3.6. Oficinas y despachos.**

Una parte independiente y separada del resto de la fábrica será la destinada a oficinas y despachos. Encontraremos 2 zonas diferenciadas, una de estas zonas se corresponde con una sala de juntas, con espacio para acoger a todos los trabajadores de la fábrica, y estará destinada a realizar reuniones de producción y trabajo en equipo, así como para reuniones de dirección.

La otra zona que nos encontramos es la que se corresponde con el trabajo de oficina. En esta sala nos encontramos con 5 mesas. 2 de estas mesas serán las destinadas a que trabajen dos administrativos, que serán los encargados de realizar todas las tareas administrativas así como llevar los pedidos referentes a las motocicletas.

Otras dos de las mesas serán utilizadas por ingenieros. Estos ingenieros serán los encargados de realizar las tareas de diseño, control de la producción, mantenimiento de la maquinaria y mejora en los procesos de fabricación. La última mesa será la que ocupe el gerente de la fábrica

#### **8.3.7. Tienda.**

La última zona significativa de la fábrica es la tienda. Situada al lado del almacén de producto definitivo tendrá una exposición de unas 10 motocicletas. También se intentará llegar a acuerdos con proveedores de cascos, artículos y ropa destinada a la motocicleta homologado para ser utilizado en circuito proporcionándoles un punto de venta, a cambio de que la fábrica se lleve un porcentaje de beneficio de dichas ventas. El encargado de la tienda será un empleado con categoría de administrativo, será el encargado de ventas y control de los artículos de equipamiento vendidos en la tienda.

#### **8.3.8. Tiempo total del proceso.**

A continuación se va a realizar un resumen de tiempo de fabricación de la motocicleta. En esta estimación de tiempos se han tenido en cuenta el tiempo necesario de descanso de los operarios, también se ha sumado un 5% del tiempo en cada proceso por tiempos improductivos. Aunque con el paso del tiempo se podría llegar a optimizar los procesos, y disponer de una moto fabricada en un tiempo ligeramente menor.

**Tabla 4 Tiempos de fabricación**

<b>Proceso</b>	<b>Tiempo estimado de proceso</b>
Conjunto chasis, basculante y motor	15 minutos
Conjunto delantero: Tija, Horquilla y rueda	20 minutos
Conjunto superior: Deposito y Aribox	20 minutos
Mandos, Electrónica y escape	20 minutos
Conjunto exterior: Carenado	15 minutos
Comprobaciones	10 minutos
Tiempos improductivos y descansos	15 minutos
<b>Tiempo Total</b>	<b>115 minutos</b>

## 9. Estudios Económicos.

### 9.1. Estudio de costes.

Para el análisis de los costes, nos hemos basado en la información suministrada por la asociación Moto Engineering Foundation (MEF). La asociación nos suministra una tabla del coste medio de la mayoría de las piezas utilizadas en una motocicleta si se hiciera un pedido de 600 unidades. En ese listado también viene el salario medio estipulado para los trabajadores de los diferentes trabajadores que podemos encontrar en una fábrica. Esta tabla, será incluida en la memoria en el Anexo I.

A continuación se mostrará una tabla del coste del personal. Esta tabla se ha elaborado teniendo en cuenta que, para fabricar las 600 unidades, necesitaremos trabajar 75 días, ya que como tenemos dos línea, y tardamos unas dos horas en sacar una motocicleta, tendríamos disponibles 8 motos en un día de trabajo con un turno de 8 horas.

**Tabla 5 Costes de Personal**

<b>Puesto</b>	<b>Operarios</b>	<b>Coste</b>
Almacén de materiales	2	12.000€
Zona de montaje	7	57.000€
Test y calidad	1	7.800€
Almacén de producto finalizado	1	6.000€
Despachos y oficinas	5	58.800€
Tienda	1	8.400
<b>Coste total de empleados</b>		<b>150.000€</b>

En la siguiente tabla se va a mostrar un resumen de los proveedores que hemos utilizado, así como el coste unitario del material que nos han suministrado.

**Tabla 6 Gasto total en proveedores de componentes**

<b>Producto</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Precio</b>
Neumático delantero	MEF	40€
Neumático trasero	MEF	50€
Llanta delantera	MEF	78€
Llanta trasera	MEF	85€
Pinza de freno delantera	MEF	110€
Pinza de freno trasera	MEF	98€
Disco de freno delantero	MEF	86€
Disco de freno trasero	MEF	74€
Pastilla de freno delantera	MEF	24€
Pastilla de freno trasera	MEF	18€
Maneta de freno	Brembo	70€
Pedal de freno	AJP	50€
Maneta de embrague	Calleja	13€
Palanca de cambio	Calleja	6€
Rodamientos	SKF	47€
Horquilla	Öhlins	178€
Amortiguador	MEF	102€
Carenado	Speed Fiber	212€
Motor	MEF	950€
Cadena de transmisión	MEF	42€
Airbox	MecaPlast	176€
Radiador	TaleoTecnora cing	237€

Depósito	Pall Kern	110€
Tubo de escape	JAC motors	220€
Carburador	MEF	63€
Cuerpo inyector	MEF	72€
Centralita	MEF	200€
Empuñadura acelerador	MEF	28€
Empuñadura izquierda	MEF	12€
<b>Precio unitario por moto</b>		<b>3.451€</b>

Por último, en la siguiente tabla, se muestra el resumen total de gastos que supondría la fabricación de 600 motos de competición.

**Tabla 7 Resumen de gastos**

<b>Producto</b>	<b>Precio total</b>	<b>Precio por moto</b>
Componentes	2.094.600€	3.451€
Chasis y basculante	482.000€	803€
Mobiliarios	40.795€	68€
Edificio	10.800€	18€
Empleados	150.000€	250€
<b>Precio total</b>		<b>4.590€</b>

Como podemos ver en la tabla, el importe total es de 4.590€, que un presupuesto ligeramente menor a los 4.750€ que nos imponía la asociación, por lo que podemos afirmar que estamos dentro de los márgenes impuestos.

## **9.2. Ventas.**

### **9.2.1. Estudio de mercado.**

El mundo del motociclismo es actualmente uno de los deportes con mayor seguimiento en nuestro país, pero aun así, el público objeto al que se dirige nuestro producto se comprende en edades de entre 15 y 40 años y es mayoritariamente masculino, con un poder adquisitivo medio o alto, y con un alto grado de pasión por las motos.

En nuestro país disponemos de cuatro circuitos con carreras en el mundial de velocidad, pero aparte de estos, contamos con un gran número de circuitos, que dado a las bondades de nuestro clima, ofrecen un gran número de días en los que se puede rodar en ellos.

En la mayoría de los 17 circuitos de los que disponemos en nuestro país, existe un sistema de *renting* de motocicletas. Este sistema se basa en el alquiler de motocicletas durante unos 15 minutos (dependiendo del circuito el tiempo de alquiler varia) por un importe de unos 150€. La pega que tienen estos alquileres es que son motos de calle potentes, pero no de competición. En nuestro caso lo que nosotros ofreceríamos es una motocicleta puramente de competición a disposición de los circuitos.

Otra de las posibles salidas a nuestras motocicletas, es el alquiler de ellas para la categoría de pre-moto 3 del campeonato de España de velocidad. Esta es una categoría con una reglamentación técnica similar a la utilizada en *MotoStudent*, y que está destinada al a formación de jóvenes pilotos, antes de dar el paso a motos con una complejidad técnica superior como las disponibles en el campeonato de España de velocidad en la categoría de Moto3.

### **9.2.2. Propuesta de negocio.**

Una vez realizado un estudio de mercado nos damos cuenta que las dos salidas que hemos visto son completamente compatibles.

Por esto, nuestra propuesta de negocio es destinar un número reducido de la producción (unas 20 motocicletas) para la venta de nuestras motocicletas a equipos de la categoría pre-moto 3 por un valor de unos 5.500€, incluso se podría ofrecer en el paquete el asesoramiento técnico en carrera por parte de los miembros de nuestro grupo de trabajo. Otra de las salidas seria la creación de un equipo propio dentro de la categoría y la búsqueda de pilotos para completar la temporada.

Por otro lado con las 580 motocicletas restantes crearíamos un sistema de venta a los circuitos para que pudieran ofrecer motocicletas puramente de competición en sus sistemas de *renting*.

En este punto nos encontramos con dos posibilidades, la venta de las motocicletas a los circuitos, por un importe de 5.250€ rebajándose este importe dependiendo de los lotes, pudiendo llegar a un importe mínimo de 4.750€.

De otro modo, también ofreceríamos el alquiler a los circuitos más pequeños con menos poder adquisitivo, el coste del alquiler sería 1.000€ al mes. Con este precio, ellos podrían alquilar las motocicletas durante media hora a un precio de 100€, por lo que también obtendría un beneficio de manera relativamente sencilla.

Dada nuestra posición en el centro de la península, nos encontramos en una situación privilegiada, ya que no nos encontramos lejos de ningún circuito. Por este motivo, primero ofreceremos nuestras motocicletas a circuitos situados en Cataluña y la Comunidad Valenciana dado que son lugares con un gran arraigo y pasión por las competiciones de motociclismo. Seguidamente distribuiremos a los circuitos localizados en sur, ya que tanto en Andalucía como en la zona sur de Castilla la Mancha nos encontramos con un gran número de circuitos. Por último daríamos servicio a los circuitos que están más disgregados por el resto de la península.

### **9.2.3. Plan de marketing.**

El método más rápido y sencillo de publicitarse es la creación de una web propia en la que detallar los productos y tipos de servicios que ofrecemos.

Por otro lado, también se recurrirá a hacer visitas a los circuitos con una de nuestras motocicletas a modo de muestra. De este modo verán rodar nuestra motocicleta, valorándola, e informándolos de primera mano.

Otro modo de publicitarnos es la asistencia a eventos como ferias de motor, y carreras de las distintas competiciones que se desarrollan en nuestro país, así como alquilar espacios publicitarios en prensa especializada.

En cuanto a la participación en la categoría de pre-moto 3, la mejor publicidad es mostrar nuestra motocicleta en una de las carreras de la categoría. Para ello permitiríamos participar con nuestra motocicleta a un piloto con algún tipo de experiencia para poder obtener un buen resultado en el fin de semana de la carrera.



#### 9.2.4. Análisis mediante DAFO.

Para poder visualizar de una manera rápida y sencilla recurriremos a un análisis de debilidades y fortalezas mediante el método DAFO, pudiendo entender así la situación en la que se encuentra nuestra empresa.

Tabla 8 Análisis DAFO

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Modelo único</li><li>• Presupuesto limitado</li><li>• Ausencia de imagen inicial</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Otros sistemas de renting</li><li>• Preferencias por correr con moto propia</li><li>• Presencia de equipos consagrados en Pre-Moto 3</li></ul>
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"><li>• Precio reducido</li><li>• Ofertar motos de competición a renting</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arraigo de competiciones motociclistas en nuestro país</li><li>• Mejora de procesos y abaratamiento de costes y proveedores</li></ul>

## 10. Conclusiones.

Una vez finalizado todo el análisis de costes, y tras el contacto con los distintos proveedores, se puede afirmar que se ha desarrollado una metodología destinada a lograr la fabricación de 600 motocicletas de competición. Esta metodología se enmarca dentro del cumplimiento de la reglamentación de la competición organizada por la asociación MEF, *MotoStudent* tercera edición.

Tras el estudio detallado en este proyecto, se ha visto que la fabricación de 600 motocicletas por un importe inferior a 4.750€ es completamente viable. Esto lo podemos afirmar a la vista de que el coste unitario de nuestra motocicleta es de 4.590€.

Este coste unitario se ha podido conseguir gracias al estudio realizado de los proyectos de viabilidad relajados en las ediciones anteriores, que se realizaron bajo una reglamentación muy similar a la que hemos utilizado en este proyecto.

Otro de los factores que ha tenido gran influencia en el ajuste del presupuesto ha sido el análisis que se ha realizado de las distintas cadenas de montaje, optando por la versión más económica y viable dado de la corta tirada de producción que tenemos, por eso recurrimos a un sistema de montaje estático.

Por último, el sistema de venta que hemos programado, con la participación en una competición de prestigio a nivel nacional, y proponiendo un sistema de venta y alquiler de motocicletas a circuitos para utilizarlas a modo de *renting*, es un método innovador y original para dar salida a una pequeña fábrica de motocicletas de competición, proporcionando una fuente de ingresos bastante segura.

Por otro lado, se propone un sistema de montaje con unos tiempos de montaje un poco elevados para los estándares utilizados en otras fábricas. Esto es una mejora a tener en cuenta en la evolución de la empresa, ya que si optimizamos los tiempos de montaje, podremos rebajar el precio total de fabricación de la motocicleta.

## 11. Bibliografía.

Para la realización de este proyecto se han consultado diferentes publicaciones

- [1] *Diseño de procesos de fabricación para una motocicleta de competición*; Guillermo García Hernández; Trabajo Fin de Grado año, 2014. UC3M.
- [2] *Proyecto de industrialización de la producción en serie de una moto de competición*; Irene García González; Trabajo Fin de Grado, año 2014. UC3M.
- [3] *Proyecto industrial de una moto de competición*; Jesús Turrado Martínez; Proyecto de Fin de Carrera, año 2013. UC3M.
- [4] *Evolución y estudio de los procesos de fabricación del prototipo MotoStudent 2010*; Jaime Zamora Arjona; Proyecto de Fin de Carrera, año 2013. UC3M.
- [5] *Proyecto industrial, viabilidad económica y comercialización de una moto de competición*; Alberto Bermejo Corredor; Trabajo Fin de Grado, año 2014. UC3M
- [6] *Estudio de la comercialización, industrialización y viabilidad económica de una moto de competición*; Ana María Álvarez Río; Proyecto de Fin de Carrera, año 2015.
- [7] Apuntes asignatura *Gestión de empresa* (curso 2012-2013); Grado en Ingeniería Mecánica; Universidad Carlos III de Madrid.
- [8] Apuntes asignatura *Organización Industrial* (curso 2014-2015); Grado en Ingeniería Mecánica; Universidad Carlos III de Madrid.
- [9] M. Arias-Paz. *MOTOCICLETAS*. Ed CIE Inversiones Editoriales Dossat 2.000s.l. 2003
- [10] Tony Foale. *Motocicletas: Comportamiento dinámico y diseño de chasis: el arte y la ciencia*. Ed. Tony Foale Desings. 2003.

También, se han mantenido conversaciones con gran cantidad de proveedores, obteniendo información de sus artículos vía presupuesto personal, o catálogo. Los principales proveedores consultados son:

- BikeLift
- Alibaba
- Alu-Stock
- Shimano
- Pall Kern

- Leather-Monkeys
- AluMetal
- FAT
- JAC motors
- Öhlins
- Taleo Tecnoracing
- SpeedFiber
- SKF
- Alacer Mas
- TCI cutting
- MecaPlast

También se han consultado distintas páginas web de las que se han conseguido obtener la documentación necesaria:

- [www.infomotos.com](http://www.infomotos.com) (Julio 2015)
- [www.motogp.com](http://www.motogp.com) (Abril 2015)
- [www.motociclismo.es](http://www.motociclismo.es) (Abril 2015)
- [www.icontainer.com](http://www.icontainer.com) (Agosto 2015)

## Anexo I. Tabla de costes de fabricación integrada en la reglamentación de *MotoStudent*

Tabla 9 Tabla de costes de fabricación por MEF



### ARTÍCULO 1: COSTES DE FABRICACIÓN

<b>COSTES DE FABRICACIÓN</b>		
<b>CONCEPTO</b>	<b>Coste (€)</b>	<b>Unidad</b>
<b>Mano de Obra</b>		
Oficial 3a mecánica/peón/mecanizado/mantenimiento	10	hora
Oficial 2a mecánica/mecanizado/mantenimiento	13	hora
Oficial 1a mecánica (encargado)/mecanizado/mantenimiento	17	hora
Administrativo/a	14	hora
Ingeniero Industrial / Técnico	22	hora
Gerencia	26	hora
<b>Materiales</b>		
Acero	2	kg
Acero inoxidable	4	kg
Aluminio	5	kg
Fibra de carbono + resina	150	kg
Fibra de vidrio + resina	75	kg
Pintura	13	Kg
<b>Componentes</b>		
Motor básico (Sin incluir escape, admisión y electrónica) 34 cv	950	unidad
Carburador	63	unidad
Cuerpo inyector	72	unidad
Neumático delantero	40	unidad
Neumáticos trasero	55	unidad
Pinza de freno delantera	110	unidad
Pinza de freno trasera	98	unidad
Disco de freno delantero	86	unidad
Disco de freno trasero	74	unidad
Pastilla de freno delantera	24	unidad
Pastilla de freno trasera	18	unidad
Llanta delantera	78	unidad
Llanta trasera	85	unidad
ECU (Centralita)	200	unidad
Puño rápido	28	unidad
Empuñadura izquierda	12	unidad
Amortiguador trasero + muelle	102	unidad
Cadena de transmisión	42	unidad
Cúpula	27	unidad
<b>Servicios</b>		
Suministro eléctrico	0,12	Kwh
Agua	0,0016	litro
Basuras	10,25	mes
Limpieza	0.67	m2/mes

\*Los precios reflejados en la tabla son precios globales medios, que no se corresponden con los precios del Kit suministrado por la Organización.